

Обложка  
щется

Обложка  
щется

# Вѣстникъ Опытной Физики

и

## ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

15 Сентября

№ 329.

1902 г.

**Содержаніе:** Приготовление ожиженныхъ газовъ и ихъ важнѣйшія примѣненія. (Окончаніе). *E. Mathias*. — Новый выводъ формулы маятника. *Дм. Ефремова*. — Геометрический выводъ формулы Carnot. *А. Мошковица*. — Научная хроника: 3-й Международный Конгрессъ Математиковъ. Передача телефонныхъ звуковъ на большія разстоянія. — Разныя извѣстія: Задача на премію Берлинской Академіи Наукъ на 1905 годъ. — Рецензіи: Тиндаль. „Звукъ“. *Прив.-Доц. Б. П. Веймберга*. — Задачи для учащихся, №№ 238—243 (4 сер.). — Рѣшенія задачъ, №№ 173, 187, 192, 202. — Поправки. — Объявленія.

### Приготовление ожиженныхъ газовъ и ихъ важнѣйшія примѣненія.

**E. Mathias**, профессора физики въ Тулузѣ.

Окончаніе \*).

#### Часть вторая.

#### Приложенія.

Въ первой части настоящей статьи мы описали способы ожиженія газовъ и приемы, примѣняемые для сохраненія ихъ въ жидкомъ состояніи. Теперь обратимся къ разсмотрѣнію важнѣйшихъ примѣненій ихъ.

Всѣ ожиженные газы, исключая хлора <sup>23)</sup>, примѣняются въ промышленности непосредственно для *производства холода*. Роль этого рода производства для нашей цивилизаціи достаточно извѣстна, значеніе его возрастаетъ со дня на день. Соответственно этому, мы начнемъ разсмотрѣніе примѣненій жидкихъ газовъ именно съ производства холода; примѣненіе это можно назвать

\*) См. № 328 „Вѣстника“.

<sup>23)</sup> И то только въ слѣдствіе развѣдающаго дѣйствія его на металлы и общеупотребительные сплавы.



*физическимъ*. Другія примѣненія, главнымъ образомъ, *химическія*, вообще говоря, различны для различныхъ тѣлъ; мы посвятимъ имъ лишь немногія строки <sup>24)</sup>.

## I. Промышленное производство холода при помощи ожиженныхъ газовъ.

Машины, функціонирующія при посредствѣ ожиженныхъ газовъ, даютъ въ настоящее время наилучшіе результаты въ области производства холода; превосходство ихъ предъ машинами, въ которыхъ холодъ добывается при помощи *воздуха* или при посредствѣ *химическаго сродства*, не подлежитъ нынѣ никакому сомнѣнію. Принципъ этихъ машинъ не трудно понять <sup>25)</sup>: нѣкоторое количество любого ожиженного газа помѣщается въ *холодильникъ* и, подѣ дѣйствіемъ насоса, испаряется; ожиженный газъ для быстрого испаренія принужденъ отнимать тепло у окружающихъ тѣлъ, т. е. охлаждать ихъ. Получающіеся при этомъ пары поступаютъ въ особый *аппаратъ для ожиженія* и переходятъ здѣсь въ жидкое состояніе; развивающаяся при конденсаціи ихъ теплота уносится проточной водой, окружающей аппаратъ, и наша жидкость возстановлена и при томъ доведена до прежней температуры. Затѣмъ жидкость снова приводится при помощи крана-регулятора въ первый сосудъ, гдѣ она снова подвергается испаренію и т. д. Если машина хорошо дѣйствуетъ, то одно и то же количество газа можетъ неопредѣленно долго служить для добыванія холода, проходя каждый разъ *замкнутый циклъ*.

Такимъ образомъ, холодильная машина состоитъ изъ трехъ существенныхъ частей: *аппарата для сжатія газа*, *аппарата для его ожиженія* и изъ *аппарата, въ которомъ развивается холодъ*; кромѣ того, машина снабжена особымъ *регуляторомъ*.

*Аппаратъ для сжатія газа* можетъ быть простого и двойного дѣйствія.—Если этотъ приборъ простого дѣйствія, его обычно

<sup>24)</sup> Еще при переводѣ первой части мы принуждены были предпринять рядъ сокращеній, вслѣдствіе того, что предлагаемая статья, при всѣхъ ея достоинствахъ, слишкомъ обширна для нашего журнала; кромѣ того, оригиналъ содержитъ много фактовъ, имѣющихъ лишь мѣстный интересъ — во Франціи или въ Зап. Европѣ вообще. Во второй части мы принуждены были выпустить еще больше, такъ какъ многое изложенное здѣсь любознательно только для техника, а слѣдовательно, выходитъ за предѣлы задачъ нашего журнала.

Ред.

<sup>25)</sup> Напротивъ того, не легко дать полную теорію ихъ. Въ первый разъ ее развилъ Lindé въ 1870 году въ „*Bauer Industrie und Gewerbeblatt*“, и затѣмъ дополнилъ ее въ томъ же журналѣ въ 1871 году, и въ 1875 году въ журналѣ „*Verhandlungen des Vereins für Gewerbefleiß Preussen*“.

Ledoux опубликовалъ затѣмъ въ „*Annales des Mines*“ за 1878 годъ болѣе полную теорію, распространяющуюся на всѣ роды холодильныхъ машинъ; при этомъ онъ далъ таблицы термическихъ коэффициентовъ сѣрной кислоты и амміака. Наконецъ, Zeuner развилъ въ 1881 году въ журналѣ „*Zivilingenieur*“ теорію, не отличающуюся въ сущности отъ теоріи Ledoux; первая основана только на болѣе свѣжихъ данныхъ; статья Zeunera содержитъ кромѣ того, теорію машины, функціонирующей при посредствѣ жидкой углекислоты.



венно удваиваютъ, при чемъ оба цилиндра приводятся въ дѣйствіе одною и тою же рукояткой, такъ что одинъ изъ нихъ выкачиваетъ газъ, въ то время какъ другой накачиваетъ. Въ такомъ случаѣ цилиндры почти всегда вертикальны и каждый изъ нихъ снабженъ на верхней части двумя пружинными клапанами конической формы; одинъ изъ нихъ служитъ для нагнетанія, другой для выкачиванія; напротивъ того, *коробка съ наклею* находится внизу, гдѣ она не приходитъ въ непосредственное соприкосновеніе съ сжимаемымъ газомъ, развѣ только черезъ скважины поршня. Послѣдній снабженъ нѣсколькими нарѣзами, на подобіе поршня паровыхъ машинъ, и погружается въ ванну изъ масла, которое непрерывно обновляется во избѣжаніе образованія эмульсіи; масло частью проникаетъ въ клапанъ, служащій для нагнетанія, и заполняетъ вредныя пространства, совершенно смазывая цилиндръ и увеличивая непроницаемость поршня.

Если аппаратъ для сжатія двойного дѣйствія, то его помѣщаютъ на продолженіи стержня поршня паровой машины, которая приводитъ въ дѣйствіе холодильную машину, и такимъ образомъ онъ движется этой машиной; поэтому аппараты двойного дѣйствія, по большей части, расположены горизонтально.

Самый *холодильникъ* представляетъ собою какъ бы *обращенный аппаратъ для ожиженія*. Ожиженный газъ, послѣ охлажденія, вызваннаго быстрымъ испареніемъ, проходитъ по трубамъ, прямымъ или змѣевикамъ, которыя погружены въ жидкость, не превращающуюся при этой температурѣ въ твердое тѣло; жидкость эта размѣшивается все время собыми турбинами и движется отъ одного края аппарата къ другому.

Кромѣ описанной на стран. 242 — 245 машины, функционирующей при помощи воздуха, для добыванія холода примѣняютъ еще машины, дѣйствующія при посредствѣ жидкихъ амміака, хлористаго метила и сѣрнистой кислоты, а также *смѣсей жидкостей*. Мы ограничимся описаніемъ *машины съ амміакомъ*.

### § 1.—Холодильная машина *Linde*, функционирующая при помощи жидкаго амміака (изобрѣтена въ 1875 году).

Въ машинахъ съ амміакомъ нѣтъ возможности примѣнять латунь или бронзу; всѣ части должны быть приготовлены изъ чугуна, желѣза или стали. Лучшею изъ машинъ этого рода является машина „*Linde*“ (см. фиг. 9).

Аппаратъ для сжатія въ ней горизонталенъ, двойного дѣйствія и соединенъ съ маховикомъ двигателя при посредствѣ шатуна и кривошипа. Поршень вырѣзанъ изъ стали и плотно прилегаетъ къ обоимъ основаніямъ цилиндра, такъ что вредныя пустоты устраниваются сами собою. Приспособленіе изъ войлока, отъ котораго зависитъ, главнымъ образомъ, цѣнность всей машины, здѣсь двойное; внутреннее пространство заполнено минеральнымъ не леденѣющимъ масломъ, служащимъ гидравлическою связью; это пространство соединяется съ насосомъ при помощи неболь-

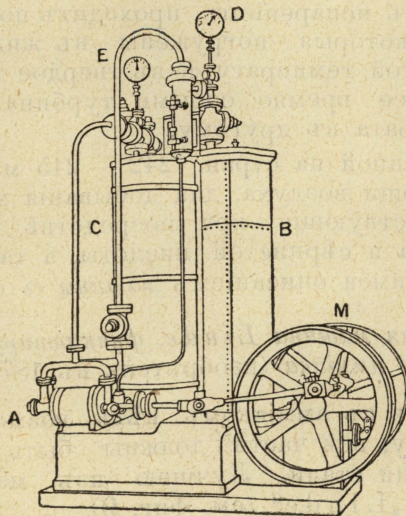


шой трубки. При этихъ условіяхъ вторая обкладка должна выдерживать лишь незначительное давленіе (въ 2 килограмма) и при томъ давленіе, оказываемое не газомъ, а жидкимъ масломъ. Этотъ приемъ дѣлаетъ совершенно излишнимъ смазываніе машины, такъ какъ масло проникаетъ капля по каплѣ въ цилиндръ, разбивается здѣсь на мелкія капли и смазываетъ внутреннія части.

Приборы для охлажденія и ожиженія состоятъ изъ вылитыхъ изъ одного куска желѣза змѣевиковъ. Для употребленія въ тропическихъ странахъ, гдѣ давленіе при выкачиваніи можетъ доходить до 13—14 килограммовъ, Linde дѣлаетъ особое приспособленіе, въ которомъ сжатіе происходитъ въ два приема.

Упомянемъ еще о *морскомъ типѣ* этой машины, употребляемомъ на судахъ; на одной и той же тумбѣ этой машины помѣщается какъ паровой двигатель, такъ и сжиматель газа. Внутри тумбы заключается аппаратъ для ожиженія, а по бокамъ съ одной стороны паровой конденсаторъ, а съ другой водяной насосъ, черпающій воду непосредственно изъ моря.

Машина „Linde“ распространена, главнымъ образомъ, въ Германіи и Франціи.



Фиг. 9:—Холодильная машина Linde съ амміакомъ. — А — горизонтальный сжиматель двойного дѣйствія, приводящійся въ движеніе непосредственно двигателемъ М; В — аппаратъ для ожиженія; С — цилиндръ для охлажденія; D — манометръ, указывающій давленіе въ В; Е — манометръ, указывающій давленіе въ змѣевикѣ охладителя.

Подъ добычею холода разумѣютъ отношеніе числа калорій, поглощенныхъ холодильникомъ, къ числу калорій, эквивалентному работѣ, затраченной въ сжимателѣ. Если  $T_1$  — абсолютная темпе-



ратура послѣдняго,  $T_0$  — абсолютная температура холодильника, то теоретически вычисленная добыча холода равна  $\frac{T_0}{T_1 - T_0}$ ; она возрастетъ, если уменьшить  $T_1$  — температуру сжимателя или паденіе температуры  $T_1 - T_0$ , или если уменьшить обѣ эти величины одновременно.

На практикѣ холодильныя машины, дѣйствующія при помощи жидкихъ газовъ, производятъ въ среднемъ отъ 2500 до 2900 отрицательныхъ калорій или „*фригорій*“ (*frigories*) въ часъ при работѣ одной лошадиной силы въ сжимателѣ; такъ что при этихъ условіяхъ въ холодильникѣ можно понизить на  $10^{\circ}$  температуру 250—290 килограммовъ воды.

## II. Примѣненія холодильныхъ машинъ, функционирующихъ при посредствѣ охлажденных газовъ.

### § 1.—Производство льда.

Приготовленіе льда изъ стерилизованной воды является въ настоящее время соціальною необходимостью. Доказано, что естественный ледъ, добытый изъ замерзшихъ рѣкъ, озеръ и болотъ, представляетъ собой, въ буквальныймъ смыслѣ слова, разсадникъ микробовъ: самый сильный холодъ не въ состояніи убить микроорганизмы. Поэтому самая элементарная осторожность требуетъ замѣны естественнаго льда искусственнымъ, приготовленнымъ изъ стерилизованной воды.

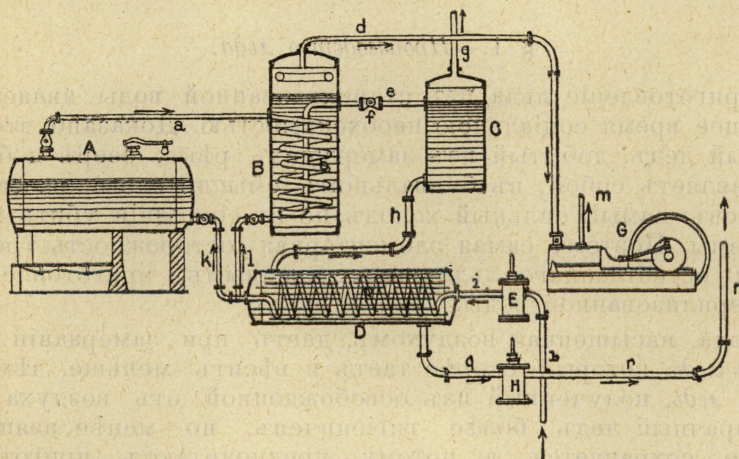
Вода, насыщенная воздухомъ, даетъ при замерзаніи *непрозрачный ледъ*, который скорѣе таетъ и вѣситъ меньше, чѣмъ *прозрачный ледъ*, полученный изъ освобожденной отъ воздуха воды. Непрозрачный ледъ болѣе гигиениченъ, но менѣе изященъ и труднѣе сохраняется, а потому предпочитаютъ готовить почти исключительно прозрачный ледъ, лишенный воздушныхъ пузырьковъ.

Обычный способъ приготовленія льда состоитъ попросту въ охлажденіи дистиллированной и лишенной воздуха воды въ подвижныхъ корытахъ. Но не экономно терять энергію, затраченную на дистилляцію. Машина Linde (см. фиг. 10) для приготовленія льда утилизируетъ ее слѣдующимъ образомъ. Котелъ паровой машины двигателя  $B$  (см. фиг. 10) соединенъ со вторымъ котломъ  $A$ , который производитъ пары болѣе высокой температуры, чѣмъ первый; эти пары, поступая въ змѣевикъ  $b$ , заключающійся въ первомъ котлѣ, отдаютъ здѣсь свое тепло и такимъ образомъ отапливаютъ котелъ двигателя  $B$ . Изъ змѣевика  $b$  пары эти, сгустившись, поступаютъ въ сосудъ  $C$ , соединенный съ внѣшней атмосферой, и отдаютъ заключающійся въ нихъ воздухъ; а затѣмъ по трубѣ  $h$  дистиллированная такимъ образомъ вода поступаетъ въ цилиндръ  $D$ , гдѣ охлаждается водой, текущей по змѣвику  $P$  въ котлы  $A$  и  $B$ ; такъ какъ эта вода, въ свою очередь, нагрѣвается, то остатокъ тепловой энергіи, ушедшей на дистилляцію,



такимъ путемъ тоже утилизируется. Наконецъ, изъ цилиндра *D* охлажденная дистиллированная вода поступаетъ въ корыта, гдѣ и подвергается замораживанію.

Но и описанный способъ *Linde* не вполне экономиченъ и уступаетъ въ этомъ отношеніи другому приему, изобрѣтенному *de Stoppani*. Обѣ эти машины даютъ теоретически возможность производить отъ 25 до 29 килограммовъ льда въ часъ при дѣйствіи одной лошадиной силы на двигатель. Далеко не столь продуктивны и экономичны ручныя машины, которыя, тѣмъ не менѣе, имѣютъ значеніе вдали отъ болѣе или менѣе крупныхъ центровъ. Фирма „*Dozane*“ специально занимается изготовленіемъ такихъ ручныхъ машинъ, изъ которыхъ одна вѣситъ только 58 килограммовъ и въ состояніи послѣ четверти часа дѣйствія давать отъ 300 до 400 граммовъ льда.



Фиг. 10.—Способъ *Linde* для приготовления льда. — *A*—котелъ съ высокимъ давленіемъ; *a*—труба, по которой образовавшіеся въ *A* пары поступаютъ въ змѣевикъ *b*, гдѣ они сгущаются и отдаютъ свое тепло котлу *B* двигателя; *f*—регуляторъ; *e*—труба, проводящая пары въ приемникъ *C*, соединенный съ вѣшной атмосферой трубой *g* и гдѣ пары, кипя, отдаютъ заключающийся въ нихъ воздухъ; *h*—труба, отводящая дистиллированную и лишенную воздуха воду въ цилиндръ *D*, служащій для охлажденія ея; отсюда вода выкачивается насосомъ *H* черезъ трубу *q* и прогоняется по трубѣ *r* въ корыта, гдѣ ее подвергаютъ замораживанію; *E*—насосъ, накачивающій холодную воду черезъ трубу *i* и прогоняющій ее въ змѣевикъ *b*, гдѣ она согрѣвается и откуда поступаетъ черезъ трубы *k* и *l* въ котлы *A* и *B*; *d*—труба, проводящая паръ изъ *B* въ двигательъ *G*, который приводитъ въ дѣйствіе всѣ насосы; *m*—труба, черезъ которую отработавшій газъ поступаетъ въ сосудъ для сгущенія.

## § 2.—Производство холоднаго воздуха.

Воздухъ можно охлаждать, либо приводя его въ соприкосновеніе съ холодной, но не замерзающей жидкостью, либо пользоваться для этого непосредственно холодильниками машинъ. Первый приемъ состоитъ въ томъ, что воздухъ пропускается по по-



верхности, орошенной холоднымъ разсолонъ, или черезъ *потоки* такой жидкости (системы Osenbruck'a и Linde) или даже черезъ настоящий *дождь* соленой воды (системы Linde и Pictet). При этомъ соприкосновеніе воздуха съ жидкостью настолько велико, что онъ не только охлаждается, но и отдаетъ раствору еще сгустившіеся отъ холода пары воды, заключавшіеся въ нихъ, а вмѣстѣ съ ними, и органическія и неорганическія пылинки, которыя образуютъ центры конденсаціи паровъ; такъ что воздухъ одновременно *охлаждается, освобождается отъ паровъ и очищается отъ пыли.*

Второй пріемъ, при которомъ нѣтъ надобности примѣнять незамерзающій разсолъ, очевидно, проще перваго. Но онъ имѣетъ слѣдующій крупный недостатокъ: воздухъ, охлаждающійся отъ соприкосновенія съ змѣвикомъ машины, оставляетъ въ то же время на послѣднемъ слой *инея*, который образуетъ плохо пропускающую тепло оболочку и уничтожаетъ черезъ нѣкоторое время дѣйствіе холодильника. Для уничтоженія этого неудобства придуманъ цѣлый рядъ остроумныхъ пріемовъ.

Мы упомянемъ только объ одномъ, принадлежащемъ Fixary пріемъ, который представляетъ собой соединеніе обоихъ вышеупомянутыхъ методовъ. Змѣвики холодильной машины отчасти погружены въ незамерзающую жидкость, занимающую нижнюю часть особаго резервуара, отчасти окружены воздухомъ, который прогоняется при помощи вентилятора. Незамерзающая жидкость выкачивается снизу резервуара и течетъ затѣмъ сверху равномернымъ дождемъ на поверхность змѣвика; такимъ образомъ достигаютъ того, что охлажденный машиной растворъ препятствуетъ образованію инея и поглощаетъ пары, заключающіеся въ воздухѣ.

О производствѣ холоднаго и сухого воздуха при помощи жидкаго воздуха въ настоящее время еще не можетъ быть рѣчи; этотъ пріемъ желателенъ и возможенъ и осуществится, можетъ быть, со временемъ, когда производство жидкаго воздуха усовершенствуется.

Холодный и *сухой* воздухъ примѣняется для предотвращенія гніенія мяса на скотобойняхъ, для сохраненія и регулированія приготовленія молочныхъ продуктовъ, для регулированія броженія на пивоваренныхъ заводахъ и мн. др.

### III. — Другія примѣненія оживенныхъ газовъ.

На ряду съ производствомъ холода жидкій воздухъ примѣняется для многихъ другихъ цѣлей. Такъ, его примѣняютъ въ медицинѣ при болѣзняхъ кожи и т. п.

Жидкій воздухъ примѣняется также, какъ источникъ двигательной силы. Такъ, на выставкѣ автомобилей въ Нью-Йоркѣ и на Всемирной Парижской выставкѣ фигурировалъ двигатель Tripler'a, *функционирующій при помощи жидкаго воздуха.* Двигатель этотъ состоитъ изъ мѣднаго цилиндра съ двойными стѣн-



ками, наполненного жидкимъ воздухомъ, и изъ змѣвика, въ которомъ этотъ испаряющійся воздухъ подвергается постепенному разрѣженію. Выйдя изъ змѣвика, воздухъ приведенъ къ нормальной температурѣ, а потому обладаетъ громадной двигательной силой; въ этомъ состояніи онъ поступаетъ въ обыкновенный моторъ и приводитъ его въ движеніе.

Кромѣ Tripler'a, занимается постройкой такихъ автомобилей еще „Liquid Air Power and Automobile Company“ въ Бостонѣ. По мѣрѣ того, какъ приготовленіе жидкаго воздуха усовершенствуется, эти автомобили обѣщаютъ получить преобладаніе, такъ какъ при маломъ объемѣ они не уступаютъ другого рода двигателямъ.

Примѣненіе жидкаго воздуха какъ взрывчатого вещества было изслѣдовано особой комиссіей, назначенной для этой цѣли Австрійскимъ правительствомъ. Пороистый кремнь насыщался смѣсью минеральнаго масла и жидкаго воздуха, и приготовленный такимъ образомъ патронъ вкладывался въ пробитое въ скалѣ отверстіе. Оказалось, однако, что полученные такимъ образомъ взрывчатые снаряды уступаютъ въ значительной мѣрѣ динамитнымъ и др. патронамъ. Кромѣ того, самый процессъ перенесенія жидкаго воздуха сопряженъ съ опасностью, и патроны отъ времени теряютъ свою взрывчатую силу.

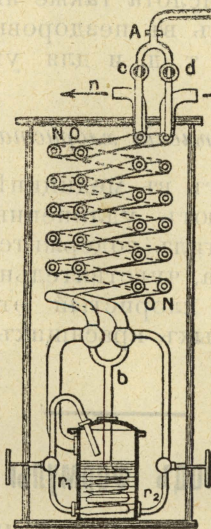
Напротивъ того, очень успѣшно слѣдующее примѣненіе жидкаго воздуха, основанное на процессѣ испаренія его <sup>26)</sup>. Въ моментъ ожиженія жидкій воздухъ весьма близокъ по своему составу къ обыкновенному атмосферному воздуху; но, по мѣрѣ испаренія, возникаетъ своего рода дробная перегонка, такъ какъ азотъ значительно болѣе летучъ, чѣмъ кислородъ; азотъ испаряется скорѣе, а слѣдовательно, пары жидкаго воздуха болѣе имъ богаты, чѣмъ остающаяся отъ испаренія жидкость. Чѣмъ дольше продолжается испареніе, тѣмъ большая доля жидкаго воздуха содержитъ кислородъ. На этомъ явленіи основывается приборъ, построенный профессоромъ Linde для автоматическаго отдѣленія азота воздуха отъ кислорода; аппаратъ этотъ вставляется въ машину Linde для ожиженія воздуха вмѣсто послѣдняго змѣвика *F* (см. фиг. 1, стр. 242—245, № 323 „Вѣстника“).

Сжатый воздухъ распредѣляется въ *A* (см. фиг. 11) по двумъ трубамъ *N* и *O* и снова соединяется въ *b*; здѣсь онъ поступаетъ въ змѣвикъ, помѣщенный въ коллекторъ, и черезъ кранъ *r*<sub>1</sub> протекаетъ въ этотъ самый коллекторъ извнѣ, гдѣ одна его часть, ожиженная и содержащая по преимуществу кислородъ, остается, другая же въ видѣ пара, содержащаго въ большой пропорціи азотъ, возвращается по внѣшнему змѣвику *M* и выходитъ въ *n*. Обращаясь въ жидкость въ змѣвикѣ, воздухъ отдаетъ свою скрытую теплоту парообразованія, которая вызываетъ испареніе жидкости, собравшейся въ коллекторѣ. Поверхность послѣдней

<sup>26)</sup> Baly, *Phil. Magazine*, июнь 1900.



регулируется при помощи крана  $r_2$ , через который болѣе или менѣе чистый кислородъ выводится въ змѣевикъ  $O$ ; по внѣшней трубѣ его онъ течетъ вверхъ, охлаждая вновь поступающій воздухъ, и выходитъ по трубѣ  $o$ . Маневрируя кранами  $c$  и  $d$ , можно регулировать температуру такъ, чтобы газы, выходящіе изъ  $n$  и  $o$ , лишь на нѣсколько градусовъ были холоднѣе сжатого воздуха въ  $A$ . Такимъ образомъ, при помощи одной лошадиной силы, можно получить черезъ отверстіе  $o$  до одного кубическаго метра газа, содержащаго 50% кислорода; газъ же, выходящій изъ  $n$ , содержитъ въ началѣ испаренія 92% азота, т. е. 8% кислорода; это отношеніе въ значительной мѣрѣ увеличивается вмѣстѣ съ продолжительностью испаренія. Приготовленіе дешевой смѣси азота и кислорода, въ которой бы преобладалъ послѣдній, представляетъ собой драгоцѣннѣйшее примѣненіе жидкаго воздуха. Пытались примѣнять такую смѣсь для удешевленія приготовленія нѣкоторыхъ химическихъ веществъ, какъ напр., сѣрной кислоты, но до сихъ поръ эти опыты не привели къ успѣшному результату.



Фиг. 11.—Аппаратъ для отдѣленія кислорода воздуха отъ азота. — Въ  $A$  поступаетъ сжатый воздухъ;  $N$  и  $O$  змѣевики для оживленія; въ  $b$  собирается жидкій воздухъ;  $r_1$ —кранъ, черезъ который жидкій воздухъ поступаетъ въ коллекторъ;  $r_2$ —кранъ для отвода жидкаго кислорода;  $n$ —выходъ для азота;  $o$ —выходъ для кислорода;  $c$  и  $d$ —регулирующіе краны.

## § 2.—Примѣненія жидкаго хлора.

Кромѣ примѣненій въ научныхъ химическихъ лабораторіяхъ жидкій хлоръ утилизируется при производствѣ бумаги, при добываніи золота и приготовленіи органическихъ продуктовъ и красящихъ веществъ; наконецъ, онъ служитъ для металлургическихъ анализовъ и для цѣлей дезинфекціи.



### § 3.—Примѣненія хлористаго метила.

Кромѣ фабрикаціи веществъ, содержащихъ метиль, жидкій хлористый метиль примѣняютъ также для добыванія духовъ по остроумному методу Camille Vincent'a <sup>27)</sup>.

### § 5.—Примѣненія жидкой сѣрнистой кислоты.

Чистый сѣрнистый ангидридъ употребляется при фабрикаціи сахара для обезцвѣчиванія; онъ замѣняетъ съ успѣхомъ жженую кость и обладаетъ при этомъ антисептическимъ свойствомъ, благодаря которому устраняется возможность порчи и броженія сахарнаго раствора; кромѣ того, онъ облегчаетъ кристаллизацію во время варенія.

Жидкая сѣрнистая кислота употребляется также для бѣленія *животныхъ* веществъ, какъ-то: шелка, шерсти, перьевъ, губокъ, клеевъ, желатинъ и т. п.—и *растительныхъ*, какъ-то: хлопка, соломы, поддѣлокъ изъ ивоваго дерева, травъ, гумми-арабикума и т. д.

Жидкая сѣрнистая кислота также является могучимъ дезинфекцирующимъ средствомъ въ нездоровыхъ и грязныхъ мѣстахъ, для больничнаго бѣлья и т. д. и для уничтоженія микробовъ и различныхъ паразитовъ.

### § 5.—Примѣненія хлористаго этила.

Это вещество служитъ въ медицинѣ для мѣстной анестезіи. Для этой цѣли обламываютъ удлиненный кончикъ стекляннаго пузырька, въ которомъ этиль содержится, и направляютъ струю жидкости на ту часть тѣла, чувствительность которой желательно уничтожить.—Кромѣ того, хлористый этиль употребляется при производствѣ искусственныхъ красящихъ веществъ и фармацевтическихъ продуктовъ.

## Новый выводъ формулы маятника.

Дм. Ефремова въ Иваново-Вознесенскъ.

Какъ извѣстно, задача о маятникѣ состоитъ въ опредѣленіи времени одного качанія простого (математическаго) маятника. Обыкновенно, при рѣшеніи этой задачи съ помощью элементарной математики разсматривается только частный случай, когда уголъ отклоненія маятника отъ его положенія равновѣсія очень малъ. При такомъ предположеніи рѣшеніе задачи упрощается, такъ какъ представляется возможность вводить въ вычисленія хорды вмѣсто дугъ, дуги вмѣсто синусовъ, и т. п. Но эти допу-

<sup>27)</sup> См. Camille Vincent, въ *La Nature*, 8-e année 1880, 1-er semestre p. 86.



щенія представляются ученикамъ произвольными, а самый выводъ не точнымъ. Въмѣстѣ съ тѣмъ, и получаемая формула

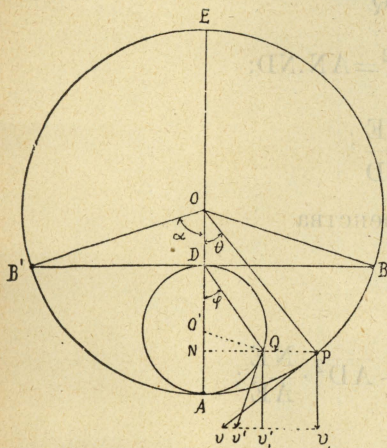
$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

рѣшаетъ вопросъ только приблизительно, безъ указанія величины погрѣшности.

Были попытки избѣжать этихъ недостатковъ. Въ этомъ отношеніи заслуживаютъ вниманія статьи профессоровъ Н. П. Слугинова „Формула простого маятника“<sup>1)</sup> и П. П. Фанъ-дерь-Флита „Еще о маятникѣ“<sup>2)</sup>. Однако въ статьѣ проф. П. П. Фанъ-дерь-Флита, хотя и дается предѣлы погрѣшности формулы, но выводъ ея относится все-таки къ частному случаю весьма малаго отклоненія маятника отъ положенія равновѣсія. Полное-же и общее рѣшеніе задачи указано проф. Н. П. Слугиновымъ въ вышеупомянутой его статьѣ. Предположивъ, что маятникъ изъ положенія равновѣсія ОА отклоненъ въ положеніе ОВ на произвольный уголъ  $\alpha$  и обозначивъ чрезъ  $a$  хорду дуги АВ, г. Слугиновъ обнаруживаетъ, что

$$\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{a^2}{4l^2}}} > T > \pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (1).$$

Въ послѣднее время М. Greenhill въ статьѣ „Le pendule simple sans approximations“<sup>3)</sup> указалъ новое рѣшеніе задачи о маятникѣ, въ такой-же степени полное и общее, какъ и рѣшеніе проф. Слугинова, но болѣе простое. Оно состоитъ въ слѣдующемъ.



Фиг. 1.

Положимъ, что маятникъ, введенный изъ положенія равновѣсія ОА въ положеніе ОВ на произвольный уголъ  $\angle AOB = \alpha$ , качаясь отъ В до В', въ нѣкоторый моментъ занимаетъ положеніе ОР (см. фиг. 1). Обозначимъ черезъ D пересѣченіе хорды ВВ' съ ОА и на отрезкѣ АД, какъ на диаметръ, опишемъ окружность; пересѣченіе перпендикуляра РN изъ Р на ОА съ этою окружностью обозначимъ черезъ Q. Понятно, что въ то время, какъ маятникъ сдѣлаетъ одно качаніе отъ В до В', точка Q обойдетъ одинъ разъ окружность АQD; обозначимъ это время черезъ T.

1) „Вѣстникъ Оп. Физ.“ III сем. № 8.

2) „Вѣстникъ Оп. Физ.“ IV сем. № 2.

3) Nouvelles Annales de math. 1902 № 6.



Такъ какъ, по опредѣленію точки Q, вертикальное перемѣщеніе ея равно вертикальному перемѣщенію точки P, то вертикальныя составляющія скоростей этихъ точекъ равны.

Поэтому, обозначивъ скорости точекъ P и Q чрезъ  $v$  и  $v'$ , а вертикальныя составляющія ихъ чрезъ  $v_1$  и  $v'_1$ , и положивъ

$$\angle AOP = \theta, \quad \angle ADQ = \varphi,$$

получимъ:

$$v_1 = v \cdot \sin \theta,$$

$$v'_1 = v' \cdot \sin AO'Q = v' \cdot \sin 2\varphi$$

и

$$v \cdot \sin \theta = v' \cdot \sin 2\varphi$$

или

$$\frac{v'}{v} = \frac{\sin \theta}{\sin 2\varphi}.$$

Отсюда, отложивъ на продолженіи AO отрезокъ OE=AO=l и замѣтивъ, что

$$\sin \theta = \frac{NP}{OP} = \frac{NP}{\frac{1}{2}AE},$$

$$\sin 2\varphi = \frac{NQ}{O'Q} = \frac{NQ}{\frac{1}{2}AD},$$

находимъ, что

$$\frac{v'^2}{v^2} = \frac{AD^2 \cdot NP^2}{AE^2 \cdot NQ^2};$$

но

$$\overline{NP^2} = AN \cdot NE \text{ и } \overline{NQ^2} = AN \cdot ND;$$

слѣдовательно,

$$\frac{v'^2}{v^2} = \frac{AD^2 \cdot NE}{AE^2 \cdot ND};$$

исключивъ отсюда  $v$  на основаніи равенства

$$v^2 = 2g \cdot ND,$$

гдѣ  $g$  ускореніе тяжести, получимъ:

$$v'^2 = g \frac{AD^2}{AE^2} NE = \frac{g}{l} AD^2 \cdot \frac{NE}{AE};$$

но отношеніе

$$\frac{NE}{AE} = \frac{NE \cdot AE}{AE^2} = \frac{\overline{EP^2}}{AE^2} = \cos^2 \frac{\theta}{2};$$

слѣдовательно,

$$v'^2 = \frac{g}{l} AD^2 \cdot \cos^2 \frac{\theta}{2}$$



и

$$v' = AD \cdot \sqrt{\frac{g}{l}} \cdot \cos \frac{\theta}{2}.$$

Такъ какъ

$$\alpha \geq \theta \geq 0$$

и

$$\cos \frac{\alpha}{2} \leq \cos \frac{\theta}{2} \leq 1,$$

то

$$AD \cdot \sqrt{\frac{g}{l}} \geq v' \geq AD \cdot \sqrt{\frac{g}{l}} \cdot \cos \frac{\alpha}{2};$$

поэтому

$$\pi AD : AD \sqrt{\frac{g}{l}} < T < \pi AD : AD \sqrt{\frac{g}{l}} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

т. е.,

$$\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \sec \frac{\alpha}{2} > T > \pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \quad (2).$$

значить, принимая

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

дѣлаемъ погрѣшность меньшую, чѣмъ

$$\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right).$$

Погрѣшность эта уменьшается съ уменьшеніемъ  $\alpha$ ; при  $\alpha$  весьма маломъ она ничтожно мала.

Въ общемъ случаѣ за приблизительную величину  $T$  можно брать среднее геометрическое изъ предѣльныхъ величинъ

$$\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ и } \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \sec \frac{\alpha}{2},$$

т. е. принимать

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g} \cdot \sec \frac{\alpha}{2}};$$

высшій предѣлъ погрѣшности при этомъ останется тотъ же.

М. Greenhill указываетъ еще другой приемъ, пользуясь которымъ можно придти къ тому же результату. Такъ какъ онъ сложнѣе изложеннаго, то на немъ я останавливаться не буду.

Въ заключеніе замѣчу, что неравенства (2) тождественны съ неравенствами (1), найденными проф. Слугиновымъ. Ибо, если хорду  $AB$  обозначить чрезъ  $a$ , то

$$\sec \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} = 1 : \frac{\sqrt{l^2 - \frac{a^2}{4}}}{l} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{a^2}{4l^2}}}.$$



# Геометрический вывод формуль Carnot.

А. Мошковица въ Одессѣ.

Т. Friedrich Meyer въ „Zeitschr. f. math. u. naturw. Unterricht“ (Bd. 18, стр. 263; 1887 г.) предложилъ чисто геометрическое доказательство формуль Carnot:

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{bc}}; \quad \cos \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{p(p-a)}{bc}};$$

$$\operatorname{tg} \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}}, \quad (1)$$

рѣшающихъ въ принципѣ задачу о вычисленіи треугольника по тремъ сторонамъ.

Впослѣдствіи этимъ же вопросомъ занялись гг. Dr. Korschel („Zeitschr. f. das Realwesen“, стр. 460; 1893 г.) и Frz. Redl („L'Enseignement mathematique“ 1900 стр. 201). Рѣшенія, предложенныя этими авторами, вполне тождественны по идеѣ съ рѣшеніемъ г. Meyer'a, но нѣсколько болѣе сложны.

Мы имѣемъ въ виду, во-первыхъ, изложить это рѣшеніе, и во-вторыхъ, привести еще новое доказательство, которое представляется намъ болѣе простымъ и болѣе соответствующимъ обычному изложенію курсовъ элементарной геометріи и тригонометріи.

## І. Выводъ г. Meyer'a.

Пусть ABC (фиг. 1) будетъ данный треугольникъ,  $AQ_1$ ,  $BQ_2$ ,  $CQ_3$ —биссекторы его внутреннихъ, а  $O_1O_2$ ,  $O_1O_3$ ,  $O_2O_3$ —внѣшнихъ угловъ. Очевидно, 1) что

$$O_2O_3 \perp AQ_1$$

$$O_1O_3 \perp BQ_2$$

$$O_1O_2 \perp CQ_3;$$

2) что точка O есть центръ круга, вписаннаго въ ABC, а  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ —центры внѣвписанныхъ круговъ;

3) что продолженіе  $AQ_1$  проходитъ черезъ точку  $O_1$ , продолженіе  $BQ_2$ —черезъ точку  $O_2$  и  $CQ_3$  черезъ точку  $O_3$ ; и наконецъ,

4) что  $\angle ACO = \angle OCB = \angle BO_1A$  (четыреугольникъ  $OCO_1B$  вписанный, и углы его OCB и  $BO_1A$  опираются на одну и ту же сторону OB),  $\angle BO_2A = \angle ACO_3$  (четыреугольникъ  $AO_2CO$ ).

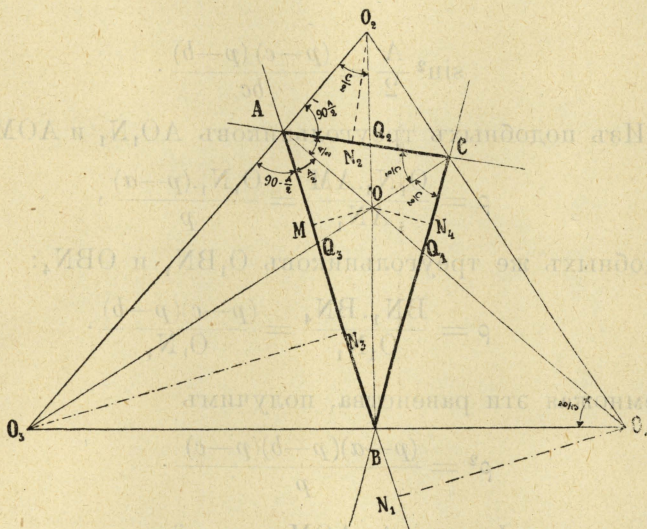
Если далѣе мы опустимъ изъ точекъ O,  $O_1$ ,  $O_3$  перпендикуляры на AB, а изъ точки  $O_2$  на AC, то OM—есть радіусъ  $\rho$  вписаннаго въ  $\triangle ABC$  круга, а  $O_1N_1$ ,  $O_2N_2$ ,  $O_3N_3$ —радіусы внѣвписанныхъ круговъ, касающихся соответственно сторонъ a, b, c, и по-



тому, если мы обозначимъ черезъ  $p$  — полупериметръ нашего треугольника, то

$$AM = p - a, \quad AN_1 = p, \quad AN_2 = p - c \text{ и } AN_3 = p - b.$$

При помощи этого мы найдемъ всё три стороны треугольника



Фиг. 1.

I. Изъ подобныхъ треугольниковъ  $\triangle AOC$  и  $\triangle ABO_1$  ( $\angle OAC = \angle O_1AB$  и  $\angle ACO = \angle BO_1A$ ):

$$AC \cdot AB = AO \cdot AO_1;$$

но

$$AO = \frac{AM}{\cos \frac{A}{2}} = \frac{p-a}{\cos \frac{A}{2}}, \quad AC = b,$$

$$AO_1 = \frac{AN_1}{\cos \frac{A}{2}} = \frac{p}{\cos \frac{A}{2}}, \quad AB = c,$$

а потому

$$\cos^2 \frac{A}{2} = \frac{p(p-a)}{bc}.$$

II. Изъ подобныхъ треугольниковъ  $\triangle AO_3C$  и  $\triangle AO_2B$  ( $\angle BAO_2 = \angle CAO_3$  и  $\angle AO_2B = \angle AO_3C$ ):

$$AB \cdot AC = AO_2 \cdot AO_3,$$



а такъ какъ

$$AO_2 = \frac{AN_2}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{p-c}{\sin \frac{A}{2}}, \quad AB = c,$$

и

$$AO_3 = \frac{AN_3}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{p-b}{\sin \frac{A}{2}}, \quad AC = b,$$

то

$$\sin^2 \frac{A}{2} = \frac{(p-c)(p-b)}{bc}.$$

III. Изъ подобныхъ треугольниковъ  $AO_1N_1$  и  $AOM$  найдемъ

$$\rho = \frac{O_1N_1 \cdot AM}{AN_1} = \frac{O_1N_1 \cdot (p-a)}{p},$$

а изъ подобныхъ же треугольниковъ  $O_1BN_1$  и  $OBN_4$ :

$$\rho = \frac{BN_1 \cdot BN_4}{O_1N_1} = \frac{(p-c)(p-b)}{O_1N_1}.$$

Перемножая эти равенства, получимъ

$$\rho^2 = \frac{(p-a)(p-b)(p-c)}{p}.$$

Такъ какъ далѣе изъ  $\triangle AOM$  мы найдемъ

$$\operatorname{tg} \frac{A}{2} = \frac{\rho}{AM} = \frac{\rho}{p-a},$$

то, подставивъ въ послѣднее равенство вмѣсто  $\rho$  полученное для него выше выраженіе, мы получимъ окончательно

$$\operatorname{tg} \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}}.$$

## II. Новый выводъ.

Мы остановимъ прежде всего вниманіе нашихъ читателей на томъ, что, не нарушая чисто геометрическаго метода доказательства, мы можемъ опереться на гониометрическую и тригонометрическую формулы:

$$\sin x = 2 \sin \frac{x}{2} \cos \frac{x}{2} \quad 0 \leq x < \pi$$

и

$$\text{пл. тр.} = \triangle = \frac{1}{2} bc \sin A,$$

такъ какъ во всѣхъ почти курсахъ плоской тригонометріи имѣется чисто геометрическій выводъ этихъ формулъ.



Изъ курсовъ же элементарной геометріи извѣстно слѣдующее выводимое соотношеніе :

$$\rho = \frac{\Delta}{p} = \frac{\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{p}.$$

Замѣтивъ это, мы будемъ имѣть (рис. 1)

$$\text{I. } \operatorname{tg} \frac{A}{2} = \frac{OM}{AM} = \frac{\rho}{p-a} = \frac{\Delta}{p(p-a)} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}}$$

$$\begin{aligned} \text{II. } \Delta \cdot \operatorname{tg} \frac{A}{2} &= bc \sin^2 \frac{A}{2} = \frac{\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \cdot \sqrt{(p-b)(p-c)}}{\sqrt{p(p-a)}} = \\ &= (p-b)(p-c), \end{aligned}$$

откуда

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{bc}}.$$

$$\text{III. } \frac{\Delta}{\operatorname{tg} \frac{A}{2}} = bc \cos^2 \frac{A}{2} = \frac{\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \cdot \sqrt{p(p-a)}}{\sqrt{(p-b)(p-c)}} = p(p-a),$$

откуда

$$\cos \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{p(p-a)}{bc}}.$$

## НАУЧНАЯ ХРОНИКА.

**3-й Международный Конгрессъ Математиковъ.** — На съѣздѣ германскихъ естествоиспытателей и врачей, происходившемъ отъ 20—27 сентября (н. с.) въ Карлсбадѣ, Союзъ Германскихъ Математиковъ (Deutsche Mathematiker-Vereinigung) выбралъ мѣстомъ для 3-ьяго *Международнаго Конгресса Математиковъ*, имѣющаго происходить въ августѣ 1904 года въ Германіи, г. *Гейдельбергъ*.

**Передача телефонныхъ звуковъ на большія разстоянія.** Передача телефонныхъ звуковъ въ отношеніи разстоянія достигла въ настоящее время крайнихъ предѣловъ. За такой предѣлъ въ среднемъ можно принять 1000 километровъ, хотя въ нѣкоторыхъ случаяхъ, при употребленіи превосходныхъ аппаратовъ и безукоризненномъ устройствѣ линіи, можно передавать и на болѣе значительныя разстоянія. Но все-таки въ послѣднемъ случаѣ ясность звуковъ получается далеко не совершенная и оставляетъ желать многого. Для исполнѣя ясной передачи рѣчи на большія разстоянія потребовалось бы устройство особаго передатчика, который можно назвать перепрїемникомъ, ренетиторомъ, трансляторомъ или усиливающимъ реле, на подобіе употребляемыхъ на большихъ телеграфныхъ линіяхъ.



Изобрѣтеній въ родѣ телефоннаго перепріемника имѣется уже большое число, но ни одно еще не оказалось практически примѣнимымъ. Подобный аппаратъ не долженъ имѣть подвижныхъ частей, такъ какъ онъ долженъ отвѣчать слабѣйшимъ телефоннымъ импульсамъ. Токи, дѣйствующіе при телефонной передачѣ, настолько слабы, что въ общемъ равняются миллионнымъ долямъ ампера; слѣдовательно, о механическомъ переключеніи не можетъ быть и рѣчи, такъ какъ такіе приборы слишкомъ запаздывали бы и представляли бы много тренія. Болѣе соотвѣтствующій способъ предложенъ Карвелемъ, но и онъ еще не вполне отвѣчаетъ требованіямъ.

Другой способъ съ полнымъ устраненіемъ подвижныхъ частей заключается въ слѣдующемъ: Полюсы листового магнита раздѣляются чрезвычайно малымъ воздушнымъ пространствомъ, въ которомъ помѣщается маленькая спираль изъ висмута. Телефонная линія дѣйствуетъ на магнитную индукцію, на силу магнитнаго поля, такъ что измѣненіямъ звуковыхъ токовъ соотвѣтствуютъ измѣненія силы магнитнаго поля.

Какъ извѣстно, спираль изъ висмута, подверженная вліянію силовыхъ линій магнитнаго поля, мѣняетъ электрическое сопротивление соотвѣтственно измѣненіямъ напряженія магнитнаго поля, чѣмъ пользуются уже для опредѣленія этого напряженія. Этимъ свойствомъ висмута, открытымъ Риги, можно въ принципѣ воспользоваться и для телефоннаго перепріемника, такъ какъ при вышеуказанномъ расположеніи частей—измѣненіямъ телефонныхъ токовъ (а вмѣстѣ съ тѣмъ, и магнитнаго поля) будетъ соотвѣтствовать одновременное измѣненіе сопротивления спирали изъ висмута. Является лишь вопросъ—дѣйствительно-ли висмутъ до такой степени чувствителенъ, чтобы отвѣчать на колебанія напряженія магнитнаго поля, вызываемыя миллионными долями ампера?

Повидимому, большое значеніе можетъ имѣть другой способъ, основанный на комбинаціи давно извѣстныхъ явленій и способовъ. Какъ извѣстно, уже прежде для наблюденія и изслѣдованія телефонныхъ токовъ и соотвѣтствующихъ имъ синхронныхъ колебаній мембраны употребляли пластинку, отполированную съ лицевой стороны, какъ зеркало.

Лучъ свѣта, падающій на эту мембрану, отражается по законамъ оптики на равномерно подвигающуюся полосу свѣточувствительной бумаги. Когда телефонная мембрана находится въ покоѣ, то получается на рисунокъ прямая линія, при колебаніи же пластинки—синусоидальная кривая. Этотъ способъ оптическаго записыванія колебаній давно уже извѣстенъ и употребляется въ кабельной телеграфіи въ сифонъ-рекордерѣ, въ телеграфной системѣ Вирага, а также для изображенія кривыхъ переменнаго тока по методу Дресслера.

Въ предлагаемомъ авторомъ перепріемникѣ свѣтъ, отражаемый телефонной мембраной, падаетъ на спираль изъ селена.



Селенъ, какъ извѣстно, обладаетъ свѣточувствительностью, т. е., его токопроводимость при освѣщеніи мѣняется. Это свойство селена примѣняется къ предлагаемому передатчику. Измѣненіе звуковыхъ волнъ въ телефонной линіи выражается колебаніями телефонной мембраны. Соотвѣтствующимъ образомъ происходитъ отраженіе свѣтовыхъ лучей, освѣщеніе селена и измѣненіе сопротивленія послѣдняго. Этимъ колебаніямъ сопротивленія соотвѣтствуютъ измѣненія силы тока, передаваемые посредствомъ трансформатора въ усиленной степени въ приѣмную линію. Теоретически это расположеніе дѣйствуетъ, слѣдовательно, такъ же, какъ передатчикъ, представляя преимущество въ томъ, что онъ дѣйствуетъ чисто физическимъ путемъ, безъ помощи грубыхъ механическихъ средствъ. Является вопросъ, можетъ ли селенъ достаточно быстро и сильно реагировать на измѣненіе освѣщенія. Въ этомъ случаѣ условія существенно благопріятнѣе, чѣмъ при спирали изъ висмута, такъ какъ амплитуда колебаній телефонной мембраны можетъ быть установлена въ точности по желанію, и въ приготовленіи чувствительныхъ, сильно подверженныхъ вліянію малѣйшаго освѣщенія спиралей изъ селена въ теченіе послѣднихъ лѣтъ достигнуты большіе успѣхи.

Предлагаемый телефонный переприѣмникъ описанъ здѣсь въ самыхъ поверхностныхъ, общихъ чертахъ. Понятно, что къ нему слѣдуетъ добавить еще различныя добавочныя средства, какъ линзы для собиранія свѣтовыхъ лучей и др. Тѣмъ не менѣе, изъ приведеннаго описанія достаточно ясно усматривается самый основной принципъ переприѣмника.

Возможно, что разрѣшенію этой задачи могло бы прійти на помощь дальнѣйшее усовершенствованіе магнитофона Паульсена. Къ сожалѣнію, объ этомъ аппаратѣ не имѣется никакихъ новыхъ свѣдѣній, кромѣ того, что на него недавно выдана привиллегія одной германской фирмѣ. Къ тому же аппаратъ Паульсена имѣетъ то неудобство, что для приведенія въ дѣйствіе его требуется механическая сила.

Такимъ образомъ, слѣдуетъ признать, что въ настоящее время еще не имѣется дѣйствительно практически примѣнимаго разрѣшенія задачи. Въ настоящее время важно обратить возможно большее вниманіе компетентныхъ лицъ на этотъ вопросъ, удачное осуществленіе котораго имѣло бы большое значеніе не только для сухопутныхъ телефонныхъ сообщеній, но и для передачи рѣчи чрезъ моря, которая въ настоящее время въ болѣе длинныхъ кабеляхъ представляется еще невозможною.

(Почтово-Телегр. Ж.).



## РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

**Задача на премію Берлинской Академіи Наукъ на 1905 годъ.**—Берлинская Академія предлагаетъ слѣдующую задачу: „Согласно результатамъ послѣднихъ изслѣдованій, ученые пришли къ убѣжденію, что катодные, равно какъ и Вессегелъевы лучи представляютъ собой агрегаты частичекъ, электрически заряженныхъ и движущихся съ чрезвычайно большою скоростью. Далѣе вѣроятно, что эти самыя частички играютъ главную роль въ явленіяхъ обыкновеннаго теченія электричества въ газахъ и металлахъ, а также въ явленіяхъ излученія и поглощенія свѣта. Академія желаетъ выполнения измѣрительной работы въ связи съ теоретическими разсужденіями, которая въ значительной мѣрѣ расширила бы наши свѣдѣнія объ этихъ частицахъ“.—Премія состоитъ изъ денежной суммы въ 5000 марокъ (почти 2500 рублей). Работы могутъ быть составлены на нѣмецкомъ, французскомъ, англійскомъ, латинскомъ или итальянскомъ языкахъ, и должны быть доставлены въ Академію (Bureau der Akademie, Berlin NW. 7, Universitätstrasse 8) до 31-го декабря 1904 года; къ работѣ долженъ быть, по обыкновенію, приложенъ запечатанный конвертъ, содержащій имя и фамилію автора. Присужденіе преміи состоится въ засѣданіи имени Leibniz'a въ 1905 году.

## РЕЦЕНЗІИ.

*Тиндаль. „Звукъ“.* Съ англійскаго. —Переводъ М. А. Антоновича. Второе русское изданіе, свѣренное съ послѣднимъ шестымъ англійскимъ изданіемъ и съ нѣмецкимъ переводомъ А. Гельмгольцъ и Кл. Дюбуа-Реймонъ, дополненное по шестому англійскому изданію. Двѣсти четыре иллюстраціи въ текстѣ. Цѣна 1 р. 50 к. Изданіе товарищества „Знаніе“. С.-Петербургъ, Невскій, 92. Стр. VIII+242.

Чтобъ не говорить лишнихъ словъ о содержаніи этой книги,—достаточно сказать: это—„Звукъ“ Тиндаля.

Что же касается перевода, то онъ слѣланъ со знаніемъ дѣла, тщательно и достаточно литературно. Если есть неизбежные недочеты, то они не портятъ общаго впечатлѣнія и относятся, главнымъ образомъ, къ области провинціализмовъ, лишь изрѣдка являясь неудачными выраженіями мысли автора.

Къ числу такихъ оборотовъ, неполнѣ отвѣчающихъ духу русскаго языка, относятся, напр., слѣдующіе: Стр. 78 — „Мы будемъ *впередъ* \*) всегда называть это дѣйствіе *удареніемъ въ струну*

\*) Курсивъ во всѣхъ случаяхъ—нашъ.



(вмѣсто *впередъ* и *о струну* — тѣмъ болѣе, что на слѣдующей страницѣ: „волны, которые ударяють *въ* ваши уши“); стр. 109 — „Края голосовыхъ связокъ дѣлаются острѣе, а вѣсь ихъ легче, *сохраняя* ту же упругость“ (вѣсь сохраняетъ упругость связокъ?); стр. 116 — „за это описаніе я обязанъ Шельфорду Бидуэллю“, — а на стр. 225 „Этими фигурами я обязанъ . . . Кенигу“; стр. 116 — „утверждаю въ клеизахъ“ (вмѣсто „закрѣпляю“ или „зажимаю въ тискахъ“); стр. 135 — переводчикъ вполнѣ удачно ввелъ неологизмъ „пламена“, но не справился со склоненіемъ этого множественнаго числа: у него вездѣ стоитъ „пламеней“ вмѣсто „пламень“; стр. 201 — „уширеній и утоненій“ (вмѣсто „расширеній и утонченій“).

Перечисленные выраженія только рѣшутъ ухо, но тѣ, которыя мы приведемъ далѣе, послужили бы, при ихъ измѣненіи, къ улучшенію научныхъ достоинствъ перевода. Такъ, переводчикъ почти всегда пишетъ „скорость вибрацій“ или „быстрота вибрацій“, результатомъ чего можно даже явиться смѣшеніе этой „частоты колебаній“ со скоростью колебательнаго движенія отдѣльныхъ частицъ; между тѣмъ, слова „частота“ является въ настоящее время далеко не неологизмомъ, а „вибрація“ могли бы съ успѣхомъ быть замѣнены „колебаніями“. На стр. 49 изображена на фиг. 33 гиря W въ 14 kg., а въ текстѣ она описывается, какъ „тяжесть W въ 28 *фунтовъ*“; не говоря уже о томъ, что это какіе-то особые фунты, мнѣ казалось бы болѣе полезнымъ всѣ англійскія мѣры перевести въ метрическія, либо, по крайней мѣрѣ, всегда приводить и тѣ, и другія, какъ это переводчикъ дѣлаетъ, напр., на стр. 64, „тяжестью въ 80 граммовъ (5,2 граммъ)“. На стр. 135 сказано: „всегда біенія *слышатся* одновременно со скачками“ (чувствительнаго пламени), — но скачковъ пламени *слышать*, конечно, нельзя. На стр. 162 осталось непереведеннымъ слово „rear“ — „Къ линіи, соединяющей Форелендъ съ концомъ Адмиралтейскаго пира“ (даже не съ большой буквы).

Ошибокъ въ именахъ и незамѣченныхъ опечатокъ сравнительно весьма мало. Такъ, мнѣ бросились въ глаза лишь слѣдующія: стран. 129, 5 стр. сверху — „и летучихъ мышей“ — пропущено „крыльевъ“, 14 стр. снизу — „отрыть“ вмѣсто „открыть“, стран. 134, 3 стр. снизу — „окутающій“, вмѣсто „окружающій“; на стр. 143 фиг. 142 должна быть опущена ниже, стр. 147, 3 стр. снизу „полоскостей“ вмѣсто „плоскостей“, стр. 159, 12 стр. снизу „паровой“ вмѣсто „паровой“, стр. 197, 13 стр. сверху „Кинке“ вмѣсто „Квинке“, стр. 228, 10 стр. снизу „Айри“ вмѣсто „Эри“.

Внѣшность изданія вполнѣ прилична (нѣсколько лишь подержаны клишэ), цѣна — невысокая.



## ЗАДАЧИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ.

Рѣшенія всѣхъ задачъ, предложенныхъ въ текущемъ семестрѣ, будутъ помѣщены въ слѣдующемъ семестрѣ.

№ 238 (4 сер.). Называя черезъ  $S_2$ ,  $S_3$  и  $S_5$  суммы квадратовъ, кубовъ и пятыхъ степеней  $n$  первыхъ чиселъ натурального ряда чиселъ, а черезъ  $\Sigma_2$ ,  $\Sigma_3$  и  $\Sigma_5$  суммы тѣхъ же степеней  $n$  первыхъ нечетныхъ чиселъ, доказать, что

$$2S_5 + S_3 = 3(S_2)^2,$$

$$\Sigma_5 + 2\Sigma_3 = 3(\Sigma_2)^2.$$

Е. Григорьевъ (Казань).

№ 239 (4 сер.). Дана площадь  $S$  такого четырехугольника, который можетъ быть вписанъ въ кругъ даннаго радиуса  $R$  и описанъ около круга даннаго радиуса  $r$ . Вычислить стороны и діагонали этого четырехугольника.

Е. Григорьевъ (Казань).

№ 240 (4 сер.). Построить прямоугольный треугольникъ, зная, что перпендикуляръ, опущенный изъ вершины прямого угла на гипотенузу, имѣетъ данную длину  $h$  и что для этого треугольника сумма діаметровъ описаннаго и вписаннаго круговъ достигаетъ minimum'a.

Г. Огановъ (сел. Гомадзоръ).

№ 241 (4 сер.). Построить прямоугольный треугольникъ, зная, что перпендикуляръ, опущенный изъ вершины прямого угла на гипотенузу, имѣетъ данную длину  $h$  и что для этого треугольника отношеніе діаметровъ вписаннаго и описаннаго круговъ достигаетъ maximum'a.

Г. Огановъ (сел. Гомадзоръ).

№ 242 (4 сер.). Найти цѣлыя значенія  $x$ , при которыхъ дробь

$$\frac{x^3 + 2x^2 - 4}{x^2 - x - 1}$$

принимаетъ цѣлыя значенія.

Н. С. (Одесса).

№ 243 (4 сер.). Время колебанія маятника равно  $t$ ; ускореніе силы тяжести въ мѣстѣ наблюденія равно  $g$ . Затѣмъ маятникъ подымаютъ вертикально на высоту  $h$ . На сколько надо уменьшить длину маятника послѣ поднятія, чтобы время колебанія осталось такое же, какое было до поднятія?

П. Грицинь (ст. Цымлянская).

## РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 173 (4 сер.). Въ кругъ вписанъ правильный пятиугольникъ  $ABCDE$ . На дугѣ  $AB$  этого круга, меньшей полуокружности, взята некоторая точка  $M$ . Вычислить отношеніе  $\frac{MA+MB}{ME+MC}$ .

Проведемъ діагонали  $AC$ ,  $EB$ ,  $EC$ . Изъ вписанныхъ въ кругъ четырехугольниковъ  $AMBE$  и  $AMBC$  имѣемъ:

$$MA \cdot EB + MB \cdot AE = ME \cdot AB$$

$$MA \cdot BC + MB \cdot AC = MC \cdot AB.$$



Складывая эти равенства почленно и замѣняя затѣмъ отрезки  $AC$  и  $AE$  соответственно равными имъ отрезками  $EB$  и  $BC$ , находимъ;

$$MA(EB+BC)+MB(AC+AE)=MA(EB+BC)+MB(EB+BC)= \\ = (MA+MB)(EB+BC)=AB(ME+MC),$$

откуда

$$\frac{MA+MB}{ME+MC}=\frac{AB}{EB+BC}=\frac{BC}{EB+BC} \quad (1).$$

Въ равнобедренномъ треугольникѣ  $BEC$  уголъ  $BEC$  измѣряется половиной дуги  $BC$ , содержащей  $72^\circ$ , т. е.,  $\angle BEC=36^\circ$ . Поэтому  $BC$  есть сторона правильнаго десятиугольника, радиусъ котораго равенъ  $EB$ , такъ что

$BC=\frac{EB(\sqrt{5}-1)}{2}$ . Поэтому (см. (1)) искомое отношеніе равно

$$\frac{EB \frac{(\sqrt{5}-1)}{2}}{EB+\frac{EB(\sqrt{5}-1)}{2}}=\frac{\sqrt{5}-1}{\sqrt{5}+1}=\frac{(\sqrt{5}-1)^2}{4}=\frac{6-2\sqrt{5}}{4}=\frac{3-\sqrt{5}}{2}.$$

*М. Поповъ* (Асхабадъ); *Г. Огановъ* (Эривань); *Г. Томаъ* (Уфа); *А. Шведовъ* (Псковъ).

**№ 187** (4 сер.). Четверть круга  $AOB$  вращается вокругъ радиуса  $OB$ . На какомъ разстояніи  $OP$  отъ центра  $O$  надо провести прямую  $PD$ , параллельную прямой  $OA$ , чтобы кольцо, описанное отрезкомъ  $CD$ , отсекаемымъ между хордой  $AB$  и окружностью, имѣло данную площадь  $\pi t$ . Найти максимумъ этой площади при измѣненіи разстоянія  $OP$  отъ 0 до  $OB=a$ ?

Изъ подобія треугольниковъ  $AOB$  и  $CPB$  убѣждаемся, что  $PC=PB$ ; площадь кольца, описаннаго отрезкомъ  $CD$ , равна  $\pi(PD^2-PC^2)$ , или, называя радиусъ  $OA$  черезъ  $a$  и отрезокъ  $OP$  черезъ  $x$  и замѣчая, что  $PC=PB=a-x$ ,  $PD^2=a^2-x^2$ , имѣемъ, что площадь кольца равна

$$\pi[a^2-x^2-(a-x)^2]=2\pi(ax-x^2).$$

По условію,

$$2\pi(ax-x^2)=\pi t,$$

откуда

$$x=\frac{a\pm\sqrt{a^2-2m}}{2} \quad (1),$$

такъ что для  $x$  получается вообще два рѣшенія; для дѣйствительности  $x$  надо, чтобы выполнялось условіе  $a^2 \geq 2m$ , такъ что  $m \leq \frac{a^2}{2}$ . Такимъ образомъ, наибольшее значеніе площади кольца есть  $\frac{a^2}{2}$ , достигаемое (см. (1)) при  $x=\frac{a}{2}$ .

*Л. Ягмольскій* (Одесса); *И. Плотникъ* (Одесса); *Г. Огановъ* (Гомадзоргъ).

**№ 192** (4 сер.). Составить квадратное уравненіе

$$x^2+px+q=0,$$

коэффициенты котораго  $p$  и  $q$  служатъ корнями этого квадратнаго уравненія.

Согласно съ условіемъ задачи

$$p+q=-p, \quad pq=q,$$

или

$$q=-2p; \quad q(p-1)=0.$$

Второе уравненіе даетъ либо  $q=0$ , либо  $p=1$ ; первое уравненіе даетъ



соответственно  $p=0$ , или  $q=-2$ . Искомое уравнение может имѣть одинъ изъ двухъ видовъ:

$$x^2=0; \quad x^2+x-2=0.$$

*Л. Рабинович* (Бердичевъ); *Я. Гукайло* (село Тальное); *Н. Тененбаумъ* (Одесса); *И. Плотникъ* (Одесса).

**№ 202** (4 сер.). *Наименьшее кратное двухъ чиселъ равно 8100, сумма квадратныхъ корней изъ этихъ чиселъ равна 48. Найдти эти числа.*

Обозначимъ черезъ  $d$  общаго наибольшаго дѣлителя искомыхъ чиселъ, черезъ  $x$  и  $y$  —цѣлыя частныя, полученныя отъ дѣленія этихъ чиселъ на  $d$ . Согласно съ условіемъ задачи,

$$dxy = 8100 \quad (1),$$

$$\sqrt{dx} + \sqrt{dy} = 48 \quad (2).$$

Покажемъ, что количества  $dx$  и  $dy$  суть точные квадраты. Дѣйствительно, перенеся  $\sqrt{dx}$  во вторую часть равенства (2) и возвышая обѣ части въ квадратъ, получимъ равенство, изъ котораго  $\sqrt{dx}$  опредѣляется въ видѣ рациональнаго числа; слѣдовательно  $dx$  есть точный квадратъ, и такимъ же образомъ можно убѣдиться, что  $dy$  есть точный квадратъ. Но изъ равенства (1) видно, что  $dxy$  есть точный квадратъ; поэтому и числа  $x$  и  $y$ , какъ равныя  $\frac{dxy}{dy}$ ,  $\frac{dxy}{dx}$ , суть точные квадраты. Полагая  $x=\xi^2$ ,  $y=\eta^2$ ,  $d=\delta^2$ , находимъ изъ равенствъ (1) и (2):  $\delta^2\xi^2\eta^2=8100$ ,  $\sqrt{\delta^2\xi^2} + \sqrt{\delta^2\eta^2} = 48$ , или

$$\delta\xi\eta = 90 \quad (3),$$

$$\delta(\xi + \eta) = 48 \quad (4).$$

Дѣля уравненіе (3) на уравненіе (4), находимъ:  $\frac{\xi\eta}{\xi+\eta} = \frac{15}{8} \quad (5).$

Дробь  $\frac{\xi\eta}{\xi+\eta}$  несократима. Дѣйствительно, числа  $x$  и  $y$ , а вмѣстѣ съ тѣмъ, и числа  $\xi$  и  $\eta$  суть числа взаимно простые. Если  $\xi\eta$  и  $\xi+\eta$  имѣютъ общихъ множителей, то оба эти числа дѣлятся на простое число  $\alpha > 1$ ; дѣля  $\xi\eta$ , простое число  $\alpha$  дѣлитъ или  $\xi$ , или  $\eta$ , —напр.,  $\xi$ ; дѣля  $\xi+\eta$ , оно дѣлитъ  $\eta$ ; итакъ,  $\xi$  и  $\eta$  имѣютъ общаго дѣлителя, большаго единицы, что невозможно. Такъ какъ дробь  $\frac{\xi\eta}{\xi+\eta}$  несократима, то  $\xi\eta=15$ ,  $\xi+\eta=8$ . Разлагая 15 разными способами на два сомножителя, найдемъ, что лишь три  $\xi=3$ ,  $\eta=5$  (или  $\xi=5$ ,  $\eta=3$ ),  $\xi+\eta=8$ . Итакъ,  $\xi\eta=15$ , откуда (см. (3))  $\delta=6$ ;  $dx=\delta^2\xi^2=36.25=900$ ,  $dy=\delta^2\eta^2=36.9=324$  (или, наоборотъ,  $dx=324$ ,  $dy=900$ ). Итакъ, искомыя числа суть 900 и 324.

*Л. Ямольскій* (Одесса); *Г. Огановъ* (село Гомадзюръ); *И. Плотникъ* (Одесса); *Я. Сыченковъ* (Орелъ).

**Поправки.** Въ задачѣ № 188 (4 сер.) № 320 вмѣсто словъ „при всякомъ цѣломъ значеніи  $n$ “ надо читать: „при всякомъ четномъ цѣломъ значеніи  $n$ “.

Въ задачѣ № 189 (4 сер.) № 320 вмѣсто „8 амперамъ при вѣншнемъ сопротивленіи въ 10 омовъ“ надо читать: „8 амперамъ при вѣншнемъ сопротивленіи въ 20 омовъ“.

Въ задачѣ № 209 (4 сер.) № 324 вмѣсто „на  $7^2$  и  $7^3$ “ надо читать: „на  $7^2$  и на  $7^{30}$ “.

Редакторы: **В. А. Циммерманъ** и **В. Ф. Каганъ**.

Издатель **В. А. Гернетъ**.

Дозволено цензурою, Одесса 30-го Сентября 1902 г.

Типографія Бланкоиздательства М. Шпенцера, Ямская, д. № 64.



Обложка  
щется



Обложка  
щется